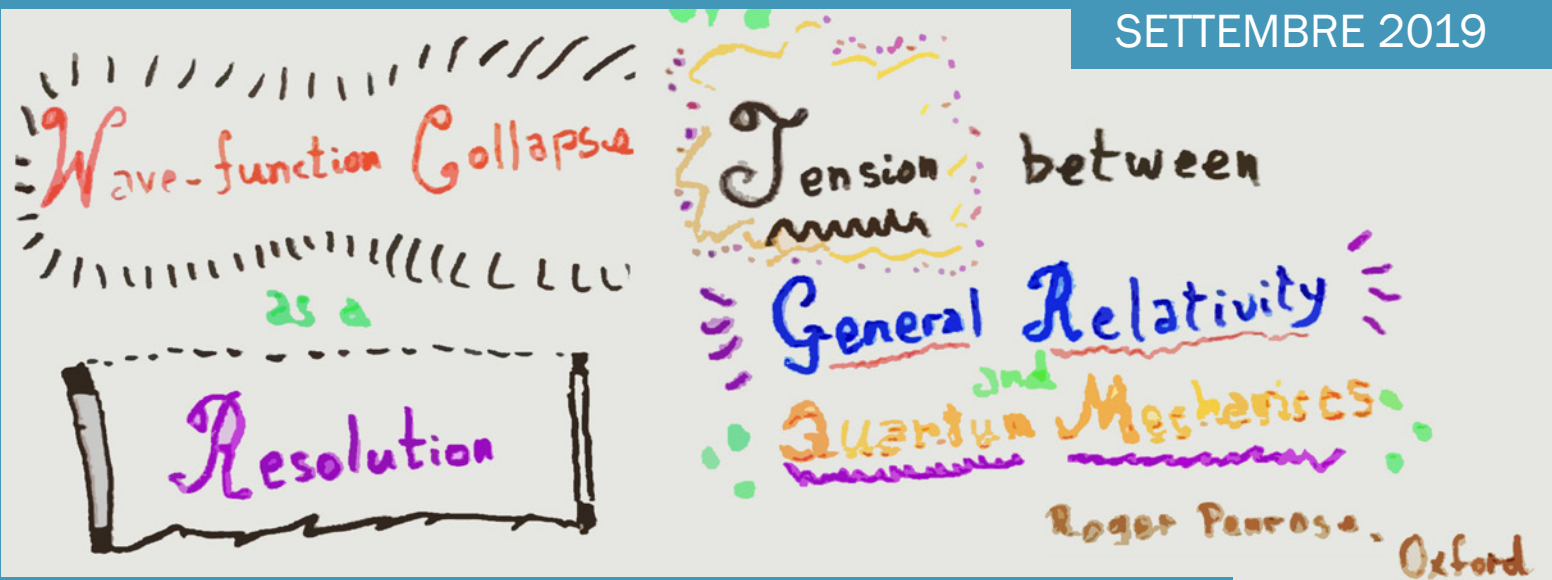




NEWSLETTER 63

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTERVISTA



MECCANICA QUANTISTICA VS RELATIVITÀ GENERALE

Intervista a Roger Penrose, professore emerito dell'Università di Oxford, vincitore con Stephen Hawking del Premio Wolf per la fisica, nel 1988, per la formulazione dei teoremi sulle singolarità di Penrose-Hawking, pag. 2

NEWS

RICERCA

LA MISSIONE SPAZIALE DAMPE RIVELA NUOVE PROPRIETÀ DEI RAGGI COSMICI GALATTICI, p. 7

RICERCA

GERDA SEGNA UN NUOVO RECORD NELLA RICERCA DEL NEUTRINO DI MAJORANA, p. 8

CALCOLO

EXANEST: SUCCESSO PER IL PROTOTIPO DEL SUPERCOMPUTER EUROPEO, p. 9

LANCIATO A BOLOGNA IL PROGETTO EUROPEO IOTWINS, p.11

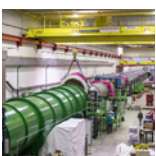
RICONOSCIMENTI

IL BREAKTHROUGH PRIZE 2020 AI 347 SCIENZIATI DELL'EVENT HORIZON TELESCOPE COLLABORATION, p. 10

PUBLIC ENGAGEMENT

LA NOTTE EUROPEA DEI RICERCATORI INFN, p. 12

FOCUS



NA62: ALLA CACCIA DEI SEGRETI DEL KAONE, p. 13

» INTERVISTA



MECCANICA QUANTISTICA VS RELATIVITÀ GENERALE

Intervista a Roger Penrose, professore emerito dell'Università di Oxford, vincitore con Stephen Hawking del Premio Wolf per la fisica, nel 1988, per la formulazione dei teoremi sulle singolarità di Penrose-Hawking

Si è tenuta il 25 settembre 2019 all'Auditorium Bruno Touschek dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN la conferenza "Il collasso della funzione d'onda quale soluzione all'attrito tra Relatività Generale e Teoria Quantistica", di Sir Roger Penrose, professore emerito di matematica all'Università di Oxford. Nel corso del seminario, il professor Penrose ha illustrato la sua idea sulla possibilità di risolvere il conflitto tra Relatività Generale e Meccanica Quantistica.

Il seminario è stato organizzato nell'ambito del workshop "Is Quantum Theory exact? From quantum foundations to quantum applications" che si è svolto ai Laboratori Nazionali di Frascati tra il 23 e il 27 settembre 2019.

Roger Penrose è autore d'importanti contributi alla fisica matematica della relatività generale e della cosmologia. Ha ricevuto numerosi premi e riconoscimenti, tra cui, nel 1988, il Premio Wolf per la fisica assieme a Stephen Hawking per i teoremi sulle singolarità di Penrose-Hawking, la Medaglia Dirac (1989) e la Medaglia Einstein (1990). Gli abbiamo chiesto di spiegarci alcune delle idee fondanti del suo prolifico pensiero matematico.

Professor Penrose, su che cosa si basa la sua idea di conciliazione della Relatività Generale e della Meccanica Quantistica?

È opinione comune che si debba subordinare la Relatività Generale alle leggi della Meccanica Quantistica, con la motivazione che il piccolo compone il grande e che la meccanica quantistica è una teoria del piccolo, mentre la relatività generale è una teoria del grande. Io ho un'altra opinione: penso che sia la meccanica quantistica a dover essere corretta. Non è, infatti, una teoria pienamente coerente e penso che una sua rimodulazione debba chiamarsi Meccanica Quantistica Gravitazionale piuttosto che Gravitazione Quantistica: questo è in linea con gli esperimenti e con quegli aspetti della meccanica quantistica che devono ancora essere spiegati. Ci saranno esperimenti capaci di mostrare come modificare la Meccanica

» INTERVISTA

Quantistica per renderla coerente con la teoria della relatività generale di Einstein: sarà uno sviluppo importante nel futuro.

A suo parere, su che cosa si dovrebbe focalizzare la fisica sperimentale di base per contribuire al meglio a una più approfondita conoscenza dell'universo?

Uno degli ambiti in cui penso che la fisica sperimentale cambierà radicalmente la nostra visione delle cose è quello degli esperimenti in cui si osservano violazioni della Meccanica Quantistica standard. Un qualunque oggetto, che naturalmente potrebbe essere in questo o in quel luogo, secondo la Meccanica Quantistica potrebbe essere in questo e in quel luogo allo stesso tempo. A questo proposito, è noto l'esperimento mentale con il quale Schrödinger suggeriva che un gatto (in una scatola) potesse essere vivo e morto allo stesso tempo: è l'esperimento comunemente noto come "Il gatto di Schrödinger". Ora, fare questo esperimento con un gatto non è una buona idea, ma potremmo usare un oggetto molto piccolo. È possibile mettere l'oggetto in questo e in quel punto allo stesso tempo, o per farlo dobbiamo cambiare il nostro punto di vista sulla Meccanica Quantistica e, in definitiva sulla fisica nel suo insieme? Penso che gli esperimenti rilevanti che potranno essere fatti nel prossimo futuro siano proprio quelli che estendono la meccanica quantistica oltre i limiti che osserviamo oggi, mettendo in evidenza deviazioni dalla sua formulazione standard.

Lei ha ipotizzato che la Meccanica Quantistica è alla base, tra altre cose, dei meccanismi di funzionamento del cervello.

Io penso che l'esperienza cosciente non possa essere spiegata semplicemente con le idee classiche. Ma la mia idea è ancora più radicale: credo anche che non possa essere spiegata dalla Meccanica Quantistica come la comprendiamo attualmente e che debba intervenire piuttosto la Meccanica Quantistica nella sua versione modificata.

L'attuale Meccanica Quantistica prevede che sia possibile che un oggetto sia contemporaneamente in un luogo o in un altro e, a mio avviso, questo non può accadere per oggetti di grandi dimensioni. Io penso che il modo in cui opera il cervello cosciente (sto parlando ora dell'esperienza cosciente) non faccia semplicemente uso della Meccanica Quantistica, ma della sua versione estesa, modificata affinché le cose non rimangano in due stati contemporaneamente, ma diventino improvvisamente l'uno o l'altro. Abbiamo bisogno di una teoria per questo: un meccanismo chiamato "collasso della funzione d'onda". A mio avviso, quando avremo formulato una teoria di questo tipo potremo spiegare il funzionamento del cervello cosciente meglio di quanto sappiamo fare oggi.

» INTERVISTA

Il dibattito tra lei e Stephen Hawking ha dato un importante contributo alla teoria dei buchi neri. Come è nato?

Negli anni '60, erano stati osservati degli oggetti molto misteriosi, i quasar, che sembravano produrre molta energia. Erano molto piccoli e sembravano essere il risultato di quello che viene chiamato "collasso gravitazionale".

Il concetto di collasso gravitazionale non era ben compreso. All'epoca c'era una teoria secondo la quale quando un corpo collassa gravitazionalmente, inizia a ruotare per poi essere rigettato verso l'esterno. E non si sapeva se questo fosse vero. Neanche io lo sapevo. Per questo ho iniziato a lavorare alacremente a questo problema e ho capito che quando il collasso raggiunge un certo punto non c'è più ritorno, l'oggetto collassa definitivamente e forma quella che oggi chiamiamo singolarità, un buco nero: uno stato in cui la densità della curvatura dello spazio-tempo diventa infinita. Così ho scritto un teorema, che è stato pubblicato su *Physical Review Letters*, e ho tenuto un seminario al King's College, a Londra. La finzione cinematografica (*"The Theory of Everything"*, 2014, n.d.r.) sostiene che Stephen Hawking fosse presente, ma in realtà non c'era. Comunque, ho ripetuto il seminario a Cambridge e questa volta era presente Stephen Hawking.

Ho avuto modo di parlare privatamente con Stephen e con George Ellis e ho discusso con loro delle tecniche che avevo usato in questa dimostrazione sui buchi neri. Fu così che Hawking generalizzò in seguito questi argomenti, per applicarli al Big Bang e alla cosmologia nel suo insieme. Ne ha fatto uno sviluppo molto intelligente. In seguito, abbiamo sintetizzato il tutto in un teorema che, dopo diverse sue (di Hawking) pubblicazioni, abbiamo presentato alla Royal Society. La pubblicazione includeva la maggior parte dei risultati che avevamo sviluppato insieme: riguardava la cosmologia e, in particolare, le singolarità del Big Bang e del buco nero. Questa è stata la mia collaborazione con Stephen: accadeva alla fine degli anni '60.

Qual è la sua opinione sulla teoria di Stephen Hawking sui capelli dei buchi neri, proposta per risolvere il problema della perdita di informazione?

Il contributo fondamentale di Stephen Hawking alla teoria dei buchi neri è stato la scoperta teorica del fatto che i buchi neri irradiano. In precedenza si pensava che fossero completamente neri e che ogni cosa vi potesse solo cadere dentro. Hawking ha mostrato, con l'uso combinato della teoria dei campi quantistica, della meccanica quantistica e della relatività generale, che i buchi neri emettono una radiazione molto leggera, la radiazione di Hawking. È un concetto teorico molto importante. Il problema era tuttavia che tutta l'informazione sarebbe dovuta essere inghiottita dai buchi neri e Hawking, originariamente, era convinto che i buchi neri, effettivamente, inghiottissero l'informazione. Questo era quello che ci si aspettava: lo credevo io stesso, e ritenevo fosse la cosa corretta.

In seguito, in occasione di una scommessa che aveva fatto con altri, cambiò idea e decise che l'informazione

» INTERVISTA

non veniva distrutta e che, in qualche modo, dovesse riemergere. Io ero convinto che si stesse sbagliando e che la sua prima idea fosse quella corretta. Abbiamo avuto molte discussioni su questo argomento. Qualcuno mi ha detto che a un certo punto ha cambiato di nuovo la sua opinione. Non ne sono sicuro. Certamente, nel suo successivo articolo con altri collaboratori ha sviluppato l'idea dei capelli morbidi (*soft hair*) ipotizzando che la radiazione potesse far riemergere in questo modo l'informazione. Io penso che fosse corretta la sua prima analisi e che l'informazione nei buchi neri si distrugga: è una visione in linea con il tipo di schema cosmologico che si è sviluppato in seguito.

È facile pensare che l'immaginazione abbia un ruolo importante nel suo lavoro. È così?

L'immaginazione è molto vitale in fisica. Quando lavoravo all'idea del collasso in un buco nero, ho cercato di immaginare come potesse essere trovarsi al suo interno mentre tutto mi collassava intorno e penso di essermi ispirato agli ottimi libri di George Gamow chiamati "Mr. Tompkins nel paese delle meraviglie" e "Mr. Tompkins esplora l'atomo".

Nel primo, Gamow immaginava che l'universo stesse collassando su stesso e che tutti i corpi convergessero verso l'interno. E così, immaginare come sarebbe potuto avvenire il collasso in un buco nero è stato importante per me, perché penso di aver capito che non poteva essere semplicemente un processo locale: le equazioni divergono solo localmente o il loro comportamento ha a che fare con la funzione globale? E quella fu una realizzazione importante per il teorema delle singolarità, che ho sviluppato con Stephen Hawking.

E questo è solo un esempio: l'immaginazione è in molti casi il luogo in cui si possono trovare le idee. Io immagino molto spesso in termini di figure geometriche. Penso visivamente: le idee sono immagini spaziali e possono essere molto rigorose. Le immagini non rappresentano solo una sensazione generale, in molti casi possono rappresentare in modo molto preciso le nostre intuizioni geometriche. Quindi l'immaginazione è molto importante, in tutte le sue forme: dall'immaginazione fisica all'immaginazione geometrica, fino all'immaginazione che ha a che fare con la logica.

Nella sua visione della matematica, gli enti matematici non sono pura creazione del pensiero ma hanno una realtà propria. Che cosa intende?

Dal mio punto di vista, gli enti matematici sono reali nel senso del mondo platonico delle cose. Ad esempio, il numero tre non è una cosa reale, è un concetto, è assoluto. Ma nella visione platonica c'è un mondo oggettivo, che non è semplicemente parte della nostra creazione: esiste indipendentemente da noi stessi. Non è il mondo della realtà fisica, ma il mondo della realtà matematica.

Se sono gli esseri coscienti a creare la matematica, è molto difficile credere che le leggi della fisica possano

» INTERVISTA

essere esistite prima degli esseri coscienti. Come si sarebbero potute creare? Ecco perché ritengo che debba esistere un mondo, il mondo delle idee di Platone, in cui le idee delle nozioni matematiche hanno una realtà propria. Non è il mondo della realtà fisica ma fa riferimento alla realtà fisica e all'esperienza cosciente. Sono portato a disegnare un'immagine in cui il mondo fisico, il mondo del pensiero e il mondo della matematica non siano uguali tra loro ma si colleghino l'uno all'altro in modo importante.

Lei è autore di libri divulgativi oggi molto popolari. Pensa che la diffusione della cultura scientifica sia un valore aggiunto per la scienza e la società?

Penso che sia molto importante cercare di rendere la scienza accessibile al grande pubblico. Questo è il motivo per cui ho scritto il mio primo libro popolare, "La mente nuova dell'Imperatore".

Una volta ho sentito alla radio Marvin Minsky e Edward Fredkin che parlavano di computer: sostenevano che i nostri computer sarebbero diventati sempre più intelligenti, molto più intelligenti di noi. Capivo la logica del ragionamento, ma non ero d'accordo sul fatto che siamo solo computer. Il mio disaccordo si basava su quanto avevo appreso durante un ciclo di seminari che avevo seguito da studente, a Cambridge, su argomenti che non avevano direttamente a che fare con quello di cui mi occupavo. Uno dei seminari era di logica matematica, ed era focalizzato sul teorema di Godel e sulle macchine di Turing, la base teorica di un computer moderno. Durante il seminario mi convinsi che ciò che capiamo con la nostra comprensione cosciente non è qualcosa di computazionale. Ho mantenuto questa convinzione per molto tempo senza pensare che fosse un'opinione particolarmente rilevante. Solo quando ho sentito Marvin Minsky e Edward Fredkin parlare dell'argomento, ho pensato: questo non è il mio punto di vista, c'è dell'altro, non è semplice calcolo. Ho deciso così di scrivere un libro che provasse a spiegare questioni di fisica che mi premevano particolarmente. E da ultimo volli provare a dimostrare che nella nostra comprensione cosciente stiamo facendo qualcosa di diverso da un computer. Fu così che il titolo del libro fu "La mente nuova dell'imperatore", riprendendo "I vestiti nuovi dell'imperatore", la famosa storia dell'imperatore che non ha i vestiti, ma che tutti ritengono vestito, perché pensano di doverlo credere. L'idea era questa: è ovvio che stiamo facendo qualcosa di diverso da un computer, ma la storia prevede che ci venga detto che siamo tutti computer e dobbiamo crederlo. ■



RICERCA

LA MISSIONE SPAZIALE DAMPE RIVELA NUOVE PROPRIETÀ DEI RAGGI COSMICI GALATTICI

La collaborazione dell'esperimento DAMPE (*DARk Matter Particle Explorer*), in orbita intorno alla Terra dal dicembre 2015, ha pubblicato a fine settembre su *Science Advances* la misura diretta del flusso di protoni cosmici fino a energie elevatissime, dell'ordine di 100 TeV (pari a circa 100.000 volte l'energia corrispondente alla massa a riposo di un protone). I protoni sono la componente principale dei raggi cosmici e fino ad oggi nessun apparato aveva mai misurato direttamente l'intensità del loro flusso con tale accuratezza a energie così elevate. In particolare, DAMPE ha rilevato un comportamento inatteso: il flusso dei protoni, che diminuisce continuamente con l'aumentare delle energie, a circa 10 TeV presenta un'attenuazione molto più marcata del previsto. Altri esperimenti avevano esplorato questa regione energetica ma con risultati molto meno precisi dovuti a incertezze sia statistiche sia sistematiche.

DAMPE è stato lanciato in orbita nel dicembre 2015 dall'Agenzia spaziale cinese a bordo del vettore Long March 2D con l'obiettivo scientifico di cercare la sfuggente materia oscura studiando le astroparticelle di alte energie, in particolare il flusso di raggi cosmici che giungono incessantemente sul nostro pianeta. L'esperimento è frutto di una collaborazione internazionale tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) - con le sezioni di Perugia, Bari e Lecce e il GSSI -, la *Chinese Academy of Sciences* (CAS), le Università di Perugia, Bari e del Salento, e l'Università di Ginevra. La collaborazione è guidata dal *Purple Mountain Observatory* (PMO) di Nanjing. Nella collaborazione DAMPE lavorano oltre 100 tra scienziati, tecnici e dottorandi. ■



RICERCA

GERDA SEGNA UN NUOVO RECORD NELLA RICERCA DEL NEUTRINO DI MAJORANA

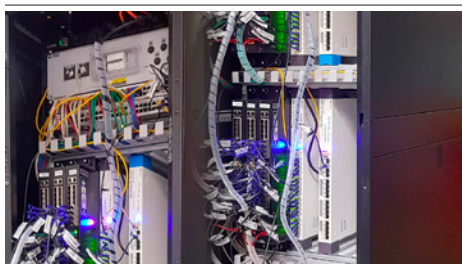
La collaborazione internazionale GERDA, ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN),

ha conquistato un altro importante traguardo scientifico raggiungendo un nuovo record di sensibilità nella ricerca del rarissimo decadimento doppio beta senza emissione di neutrini.

Questo decadimento potrebbe fornire informazioni essenziali sulla natura dei neutrini e sul perché nell'universo attuale ci sia molta più materia che antimateria. In particolare, sarebbe la dimostrazione che il neutrino è del tipo chiamato di Majorana, coincidente cioè con la sua antiparticella, fornendo così importanti indizi sull'esistenza di Nuova Fisica oltre il Modello Standard.

Se osservato, il decadimento doppio beta senza neutrini sarebbe il più raro dei decadimenti, con un tempo di dimezzamento di molti ordini di grandezza superiore all'età dell'universo. Si capisce allora quanto sia cruciale la riduzione degli "processi di fondo", eventi naturali molto più comuni, che simulano il segnale ricercato, inquinandolo e rendendone difficile la rivelazione.

Il decadimento ancora sfugge all'osservazione, ma GERDA è il primo esperimento a raggiungere una sensibilità, nella misura del tempo di dimezzamento dei nuclei (cioè il tempo che deve trascorrere affinché la metà dei nuclei dia luogo al decadimento), di oltre 10^{26} anni, di gran lunga superiore all'età dell'universo. Il risultato - pubblicato il 5 settembre sulla rivista Science - è stato ottenuto dopo aver raccolto dati ininterrottamente per due anni e mezzo e aver ridotto a un livello bassissimo gli eventi che costituiscono il rumore di fondo. ■

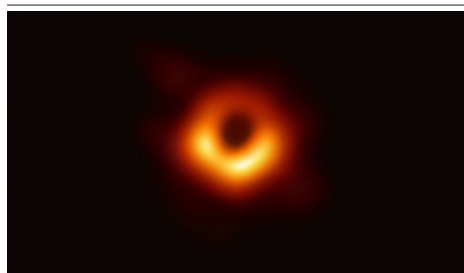


CALCOLO

EXANEST: SUCCESSO PER IL PROTOTIPO DEL SUPERCOMPUTER EUROPEO

È stato testato con successo ExaNeSt, il precursore di un calcolatore elettronico exascale tutto 'made in Europe', al progetto

l'Italia partecipa con l'INFN, l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e un gruppo di Piccole e Medie Imprese. Il calcolo ad alte prestazioni (HPC) è uno dei pilastri fondamentali della ricerca scientifica e tecnologica mondiale e un fattore chiave per supportare la rivoluzione digitale associata ai *big data*. Realizzare un calcolatore exascale significa produrre un supercomputer in grado di raggiungere miliardi di miliardi di operazioni al secondo (exaflops) e tutti gli strumenti software per utilizzarlo. L'Europa sta da tempo lavorando per rendere questo supercomputer realtà, grazie anche al programma europeo Horizon 2020, attraverso progetti come ExaNeSt. In poco più di tre anni dalla fine del 2015, ExaNeSt ha costruito il primo prototipo con elevate prestazioni di calcolo e un'ottima efficienza energetica: l'energia consumata per risolvere un problema computazionale su questa nuova piattaforma è da 3 a 10 volte inferiore a quella richiesta da piattaforme HPC (*High Performance Computing*) tradizionali. Un risultato che è andato molto oltre le aspettative grazie a un innovativo sistema di raffreddamento a liquido, l'implementazione di un'architettura di rete dedicata ad alte prestazioni, e una nuova tipologia di acceleratori computazionali basati su componenti programmabili (FPGA, Field Programmable Gate Array). Un 'laboratorio computazionale' di questo tipo rappresenta una piattaforma decisiva per conservare e aumentare la capacità competitiva a livello industriale, per potenziare le strategie di sicurezza e *cybersecurity*, e ovviamente per rispondere alle sfide scientifiche del prossimo decennio. ■



RICONOSCIMENTI

IL BREAKTHROUGH PRIZE 2020 AI 347 SCIENZIATI DELL'EVENT HORIZON TELESCOPE COLLABORATION

L'Event Horizon Telescope collaboration (EHT) si aggiudica il Premio Breakthrough Prize 2020 per la Fisica Fondamentale per la "Prima

immagine di un buco nero supermassiccio, ottenuta grazie a un'alleanza di telescopi delle dimensioni della Terra" annunciata il 10 aprile 2019. Il Premio, del valore di ben tre milioni di dollari sarà suddiviso tra i 347 scienziati e scienziate della collaborazione a cui partecipano ricercatrici dell'INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e dell'INAF Istituto Nazionale di Astrofisica, tra le quali Mariafelicia De Laurentis, ricercatrice dell'INFN e professore di astrofisica all'Università Federico II di Napoli, che come membro della collaborazione EHT ha coordinato il gruppo di analisi teorica dell'esperimento.

EHT è una rete distribuita su tutta la Terra, composta di un insieme di radiotelescopi che lavorano in modo coordinato così da costituire un unico strumento di dimensioni globali con sensibilità e risoluzione senza precedenti. Progettato proprio allo scopo di catturare l'immagine di un buco nero, lo scorso 10 aprile EHT ha presentato la prima prova visiva diretta di un buco nero e della sua ombra. Ovvero l'immagine dell'orizzonte degli eventi del buco nero supermassiccio, con una massa equivalente a 6,5 miliardi di masse solari, che si trova a 55 milioni di anni luce dalla Terra, al centro della galassia Messier 87. Il risultato è stato descritto in sei articoli scientifici pubblicati su *The Astrophysical Journal Letters* ■.



CALCOLO

LANCIATO A BOLOGNA IL PROGETTO EUROPEO IOTWINS

È stato lanciato il 4 settembre a Bologna IoTwins, un nuovo progetto europeo di big data finanziato con 20 milioni di euro, a cui l'INFN partecipa con le sue infrastrutture di calcolo e il suo *know-how*.

L'obiettivo del progetto è la creazione di *digital twins*, ovvero copie virtuali di processi industriali, per applicazioni virtuali a larga scala, attraverso la realizzazione di dodici piattaforme informatiche per la gestione di Big Data con l'intelligenza artificiale. Queste piattaforme sosterranno il mondo dell'industria in campi come la manutenzione predittiva e l'ottimizzazione del processo industriale.

IoTwin rientra nel programma quadro europeo per la ricerca e l'innovazione, Horizon 2020, ed è coordinato dall'azienda italiana "Bonfiglioli Riduttori". Il progetto coinvolge 23 partner provenienti da 8 paesi europei. Tra i *partner* italiani, insieme all'INFN, ci sono l'Università di Bologna, il CINECA, la Regione Emilia-Romagna, attraverso la società regionale Art-ER, e la società Marposs. ■



PUBLIC ENGAGEMENT

LA NOTTE EUROPEA DEI RICERCATORI INFN

Centinaia di eventi in tutta Italia, 9 progetti nazionali, più di 100 città coinvolte, migliaia di ricercatori e tanta curiosità: sono questi gli ingredienti principali della Notte Europea dei Ricercatori che anche quest'anno ha animato l'ultimo venerdì di settembre.

Promossa per la prima volta nel 2005 dalla Commissione Europea, la "notte bianca" della ricerca è diventata ormai un appuntamento atteso dal pubblico, e rappresenta un'importante occasione di incontro, conoscenza e scambio tra ricercatori e cittadini appassionati o semplicemente curiosi. L'INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare partecipa a cinque dei progetti finanziati dalla Commissione Europea in Italia: Sharper, Society, Bees, Bright ed ERN Apulia.

Grazie alla presenza attiva a livello locale di sezioni e laboratori nazionali, la comunità INFN è stata così tra i protagonisti dell'evento e si è mobilitata per organizzare per il 27 settembre iniziative su tutto il territorio nazionale: laboratori aperti, incontri, conferenze, seminari, spettacoli, esperimenti e giochi interattivi, aperitivi, concerti e tanto altro. ■

» FOCUS



NA62: ALLA CACCIA DEI SEGRETI DEL KAONE

La collaborazione dell'esperimento del CERN NA62, alla quale partecipano fisici e tecnologi dell'INFN, ha presentato nel settembre 2019 alla conferenza KAON 2019 a Perugia, e in un seminario al CERN, a Ginevra, nuovi risultati sul rarissimo decadimento del kaone carico in pioni, neutrino e antineutrino. I risultati coinvolgono due nuovi eventi di decadimento registrati tra i dati raccolti nel 2017 dall'esperimento e si aggiungono all'evento di decadimento registrato da NA62 nel 2016.

Oltre a questi tre eventi, la collaborazione NA62 ha presentato nuove misure con una sensibilità senza precedenti sulla ricerca del decadimento del pione neutro in particelle invisibili all'esperimento, come i neutrini o particelle ancora sconosciute. Attualmente, è in corso l'analisi dei dati raccolti nel 2018 e l'esperimento si sta preparando alla fase di presa dati del 2021, con un *upgrade* sull'apparato sperimentale volto principalmente alla riduzione del fondo per effettuare misure di alta precisione sul raro decadimento del kaone. L'obiettivo è scoprire eventuali anomalie in questo processo, scovando comportamenti non previsti dal Modello Standard. I processi rari rappresentano un canale di accesso privilegiato a quella che i fisici definiscono Nuova Fisica, quella fisica cioè che ancora non conosciamo e che va oltre le nostre attuali teorie.

I risultati ottenuti finora su oltre 2000 miliardi di decadimenti dei kaoni sono in linea con quanto previsto dal Modello Standard. Tuttavia, analizzando campioni di dati sempre più grandi e con sensibilità sempre maggiori, potrebbero emergere delle divergenze.

NA62 è un esperimento che utilizza un fascio di protoni estratti dal *Super Proton Synchrotron* (SPS). Questi protoni vengono fatti collidere su un bersaglio di berillio per generare un intenso fascio secondario con una rilevante percentuale di kaoni, che sono l'oggetto di studio dell'esperimento. A differenza degli esperimenti che finora hanno studiato questo decadimento raro, come E787 ed E949 del *Brookhaven*

» FOCUS

National Laboratory negli Stati Uniti, NA62 studia i kaoni “in volo”, all’interno di un volume in cui è stato fatto il vuoto, lungo oltre 60 metri. La tecnica di rivelazione “in volo”, non richiedendo di “fermare” il fascio, consente di studiare kaoni di maggiore energia, con un conseguente aumento del numero totale di decadimenti osservabili.

L’esperimento è composto da numerosi rivelatori di particelle con elevatissime prestazioni (calorimetri, sistemi di veto per particelle cariche e neutre, sistemi di tracciamento e identificazione di particelle). Di particolare interesse, per le avanzate soluzioni tecnologiche adottate, è il sistema di tracciamento del fascio, sviluppato con il coordinamento dell’INFN. Il sistema permette di determinare molto accuratamente la posizione e il tempo del passaggio delle particelle tramite sottili rivelatori al silicio, dello spessore di poche centinaia di micron, in cui è integrato un innovativo sistema di raffreddamento a microcanali in carbonio usato per dissipare l’energia delle circa 10^9 particelle cariche che lo attraversano per ogni secondo di attività.

Con la nuova fase di presa dati, i ricercatori di NA62 sperano di identificare anche particelle ancora mai rivelate, come possibili candidati di materia oscura. Studieranno i prodotti delle interazioni tra il fascio di protoni e un bersaglio molto spesso, noto come *beam dump*. Ci si aspetta che nell’urto, tutta l’energia del fascio sia assorbita dal bersaglio. Tuttavia, alcune particelle debolmente interagenti con la materia e ancora sconosciute potrebbero attraversarlo: la sfida in questo caso sarebbe di identificarle.

La collaborazione NA62, guidata dall’italiana Cristina Lazzeroni dell’Università di Birmingham, coinvolge circa 200 fisici da Europa, Stati Uniti, Canada, Messico e Russia, in cui l’impegno dell’INFN spicca con circa un terzo dei partecipanti: oltre 70 fisici e tecnologi contribuiscono in modo decisivo al successo dell’esperimento con importanti responsabilità sia sul rivelatore che sul complesso sistema di acquisizione dati dell’esperimento. ■

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

COORDINAMENTO:

Francesca Scianitti

REDAZIONE

Eleonora Cossi

Francesca Mazzotta

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

GRAFICA:

Francesca Cuicchio

TRADUZIONI:

ALLtrad

ICT SERVICE:

Servizio Infrastrutture e Servizi Informatici Nazionali INFN

COVER

Rielaborazione grafica di una slide della conferenza "Il collasso della funzione d'onda quale soluzione all'attrito tra Relatività Generale e Teoria Quantistica" di Sir Roger Penrose

CONTATTI

Ufficio Comunicazione INFN

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868163